Rev. Écol. Biol. Sol, 1989, **26** (2) : 189-196.

Mise au point d'une méthode d'échantillonnage par points pour l'interprétation de lames minces: application à la comparaison de deux humus de landes après incendie

PAR

F. ROZÉ

Laboratoire d'Écologie végétale, Complexe scientifique de Beaulieu, 35042 *Rennes Cedex*

Synopsis: A point-to-point sampling method was used in order to investigate humus thin sections. We compared two burnt high heathland humus. Spring fires do not affect the humus fabric but autumn fires largely affecte it: all organic matter is burnt in surface and changes in porosity are observed.

Keywords: Humus, heathland, thin sections, fire.

INTRODUCTION

Nous utilisons à l'échelle de la lame mince une méthode d'échantillonnage par points, inspirée de celle utilisée par DAGET et POISSONET (1971) pour l'étude des groupements végétaux. Ainsi que le font observer CALLOT et JAILLARD (1987), la loupe binoculaire s'avère être l'instrument de base pour l'observation des lames minces.

La méthode utilisée permet une étude quantitative simple des différents éléments constitutifs des humus et des sols.

Les sols des landes de Bretagne ont déjà fait l'objet d'études morphologiques (ROZÉ, 1986). Nous comparons ici deux humus de landes hautes à Ajonc d'Europe, similaires à l'origine, mais ayant subi des incendies d'intensité différente.

Reçu le 24-01-1989.
Accepté le 27-06-1989.

I. — MÉTHODE D'ÉTUDE

A) Réalisation des lames

Des blocs compacts de sols sont prélevés au couteau avec l'aide d'une boîte de 5 × 9 × 3 cm. Ces blocs sont séchés à l'air et imprégnés par une résine fluorescente; la polymérisation dure 2 mois. L'épaisseur des coupes est de 30 µm ([1]). Ces lames permettent une observation de la surface du sol et de l'humus y compris de l'horizon A1 sur toute son épaisseur.

B) Lecture par point-contact — identification des constituants

Une série de points est matérialisée à une profondeur donnée. Nous utlisons une feuille de papier millimétrique fin et transparent, collée sous la lame. L'épaisseur des traits est de 0,1 mm, ce qui nous permet d'évaluer la taille de certains éléments. Nous observons quel constituant du sol se situe au point marqué X sur la figure 1.

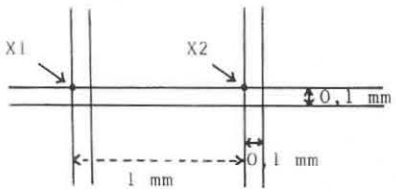

FIG. 1. — Grille de lecture.

Les différents constituants sont classés en fonction de leur nature. La loupe est parfois insuffisante pour caractériser les éléments, une confirmation au microscope est alors nécessaire. L'observation en lumière polarisée permet de mieux mettre en évidence les éléments minéraux. Grâce à l'imprégnation par une résine fluorescente les vides sont faciles à repérer en lumière ultraviolette (RINGROSE-VOASE & BULLOCK, 1984).

Le travail de lecture est réalisé à la loupe binoculaire G × 50.

C) Calcul du nombre de points de lecture à réaliser

La comparaison de séries de 50, 100, 200 et 300 points montre qu'un effectif de 100 points est statistiquement suffisant pour différencier et quantifier les différents constituants pour les humus qui ont été étudiés dans cet article.

D) Calcul de la fréquence pour chaque élément

C'est le nombre de points où cet élément a été rencontré. Le pourcentage de points où l'élément apparaît correspond à la fréquence relative F.R.

([1]) Ces lames minces ont été réalisées au laboratoire des Sciences du sol de l'E.N.S.A.-I.N.R.A. de Rennes.

II. — COMPARAISON DES HUMUS DE DEUX LANDES HAUTES INCENDIÉES PAR DES FEUX D'INTENSITÉ DIFFÉRENTE

A) Description des stations

Lande haute au Cap Fréhel

Elle est située sur un filon de dolérite traversant les grès de Fréhel. L'étude du sol de cette lande a été réalisée par ESTEOULE-CHOUX *et al.* (1980) avant l'incendie. Ces auteurs décrivent un horizon A1 brun noir, humifère,à moder, de structure particulière fine peu développée, friable et assez frais; la limite inférieure est diffuse et régulière. GLOAGUEN (1984) montre que la production de litière avant l'incendie était de l'ordre de 400 g/m^2/an. Lorsque ce type de lande vieillit la litière d'Ajonc s'accumule au sol et constitue un très bon combustible si elle est sèche.

En octobre 1985 un incendie violent a détruit cette station. Après le passage du feu, les horizons holorganiques L et F ont complètement disparu; l'horizon A1 a été mis à nu.

Lande haute au Cap d'Erquy

Située à environ 10 km de la station précédente, cette lande était également implantée sur un filon de dolérite transversal au Cap dont la plus grande partie est constituée de grès de Fréhel. Ce site a fait l'objet d'études écologiques (ROZÉ & MONTFORT, 1981). Avant l'incendie , l'humus de type moder était constitué d'une couche L épaisse et lâche d'environ 5 cm d'épaisseur, d'une couche F réduite faisant transition avec l'horizon A1 sous-jacent. Cet horizon brun noir est riche en matière organique.

En mars 1986, un incendie a détruit la végétation. Après le passage du feu, une partie des horizons holorganiques est restée en place.

B) Interprétation des lames minces

Les prélèvements ont été réalisés en mars 1986 au Cap Fréhel et en septembre 1986 au Cap d'Erquy soit 6 mois après l'incendie dans les deux cas.

Les deux stations présentent des caractères communs au niveau de l'horizon A1. Comme nous l'avons déjà observé pour ce type de lande (ROZÉ, 1986), les Enchytréides sont très nombreux et laissent des traces de cheminement. Les racines ne sont pas ecto-mycorhizées. Les racines mortes sont souvent remplies par des déjections d'Enchytréides. Quelques agrégats sont sans doute dus à des vers de terre épianéciques. Il est possible de trouver dans ces sols de lande haute*Lumbricus rubellus* (ver épigé) ou *Lumbricus centralis* (épianécique) bien qu'ils soient peu abondants comme en Bretagne centrale (CLUZEAU & TREHEN, 1987). Leurs agrégats se maintiennent longtemps dans le sol et nous avons observé qu'ils sont souvent repris et pulvérisés par l'action des Enchytraeides.

Les différents constituants du sol sont classés en trois catégories: les éléments calcinés, les minéraux et les pores puis la fraction organique non calcinée. Le feu a calciné des racines, des déjections animales très riches en matière organique et de nombreux débris végétaux parfois sous forme d'agrégats organo-minéraux. Quelques charbons de bois opaques sont bien visibles. Les grains de sable sont repérés aisément à partir de 0,05 mm. Nous distinguons deux catégories de pores: ceux qui ont un diamètre inférieur ou égal à 0,1 mm et ceux qui ont une taille supérieure. La limite est facile à repérer car elle correspond à l'épaisseur des lignes du papier millimétrique.

Les pores les plus fins sont probablement liés aux déplacements des Enchytréides. L'importance relative des différents constituants est évaluée en fonction de la profondeur en prenant une ligne de points tous les 0,5 cm à partir de la ligne de surface prise au niveau des éléments les plus hauts.

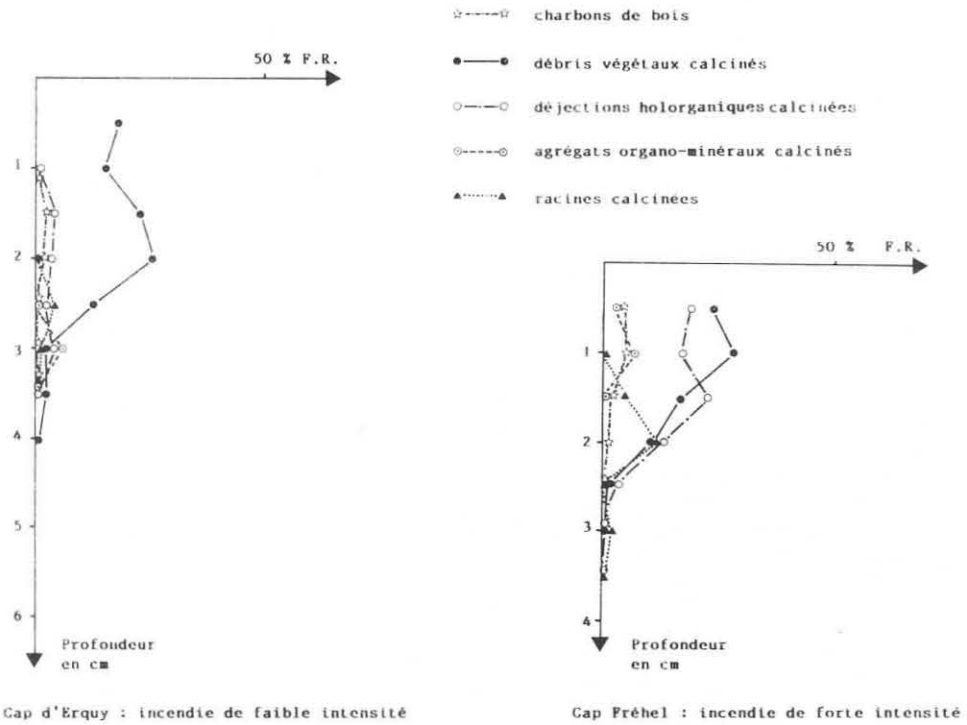

FIG. 2. — Importance relative des éléments calcinés dans deux humus de landes hautes incendiées.

La figure 2 montre l'*importance relative des éléments calcinés* dans les deux humus en fonction de la profondeur. Dans les deux cas les éléments calcinés n'existent que jusqu'à 4 cm de profondeur. Les charbons de bois sont plus abondants dans la station du Cap Fréhel, surtout en surface. Dans cet humus les déjections riches en matière organique calcinées sont plus nombreuses, en particulier jusqu'à 2 cm de profondeur. A ce niveau de nombreuses racines sont calcinées.

Au Cap d'Erquy les débris végétaux d'épines d'Ajonc d'Europe constituent très nettement la fraction qui a été la plus calcinée: 26 % de l'ensemble des constituants à 2 cm de profondeur.

La figure 3 montre l'*importance relative des éléments minéraux et des pores.* Au Cap Fréhel les pores de faibles diamètre sont moins fréquents en surface qu'en profondeur. En surface ils sont bouchés par les cendres. Dans cette station les pores de gros diamètre varient peu avec la profondeur. Au Cap d'Erquy, les pores de diamètre supérieur à 0,1 mm sont très abondants en surface puisqu'ils représentent plus de 50 % du total des éléments; en profondeur leur taille diminue. Au Cap Fréhel la quantité de sable reste sensiblement la même quelle que soit la profondeur choisie. Par contre au Cap d'Erquy, les sables sont plus fréquents de 4 à 6 cm de profondeur qu'aux niveaux superficiels. L'abondance des sables en surface dans la station du Cap Fréhel peut s'expliquer par la disparition de davantage de matériel organique.

La figure 4 représente l'*importance relative des éléments organiques non altérés* par le passage du feu. En surface de la station du Cap Fréhel ces éléments sont absents et c'est seulement à partir de 2,5 cm de profondeur que les débris organiques deviennent abondants. Vers 4 cm la matière organique est souvent sous forme d'agrégats organo-minéraux. Les

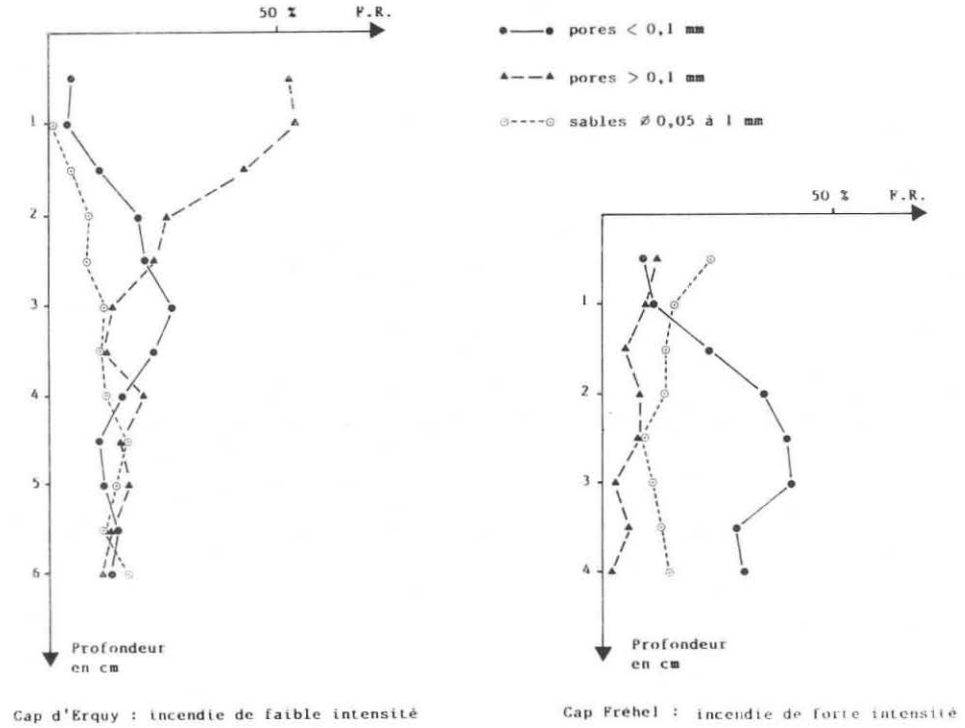

FIG. 3. — Importance relative des pores et des éléments minéraux dans deux humus de landes hautes incendiées.

déjections non carbonisées sont absentes au-dessus de 2 cm. Au Cap d'Erquy les débris de feuilles sont fréquents jusqu'à 2 cm de profondeur; au-delà les fragments végétaux sont indifférenciés mises à part les racines qui sont plus nombreuses que dans l'horizon A1 du Cap Fréhel. Les déjections sont peu fréquentes et les agrégats organo-minéraux plus nombreux en profondeur.

III. – DISCUSSION

L'intérêt de la méthode utilisée réside dans sa grande simplicité et le fait qu'elle permette une approche quantitative. En effet, bien que l'information provienne d'une surface, il est possible, en connaissant la fréquence de chaque groupe de constituants, d'avoir une idée du volume relatif occupé par ceux-ci. Cette méthode à partir d'une ligne de points, comparée à l'utilisation de grilles (LOUSTEAU & TOUTAIN, 1987) présente l'avantage d'une plus grande simplicité car à un point correspond un seul élément; elle induit cependant une sous-estimation des éléments rares de petite taille. Le nombre de points par ligne peut varier en fonction de la nature et de l'hétérogénéité du sol ou de l'humus.

La difficulté principale réside dans l'identification des constituants en particulier pour ce qui concerne la matière organique. Il est aisé de repérer des débris végétaux de taille supérieure à 0,02 mm ou des déjections sous forme de boulettes

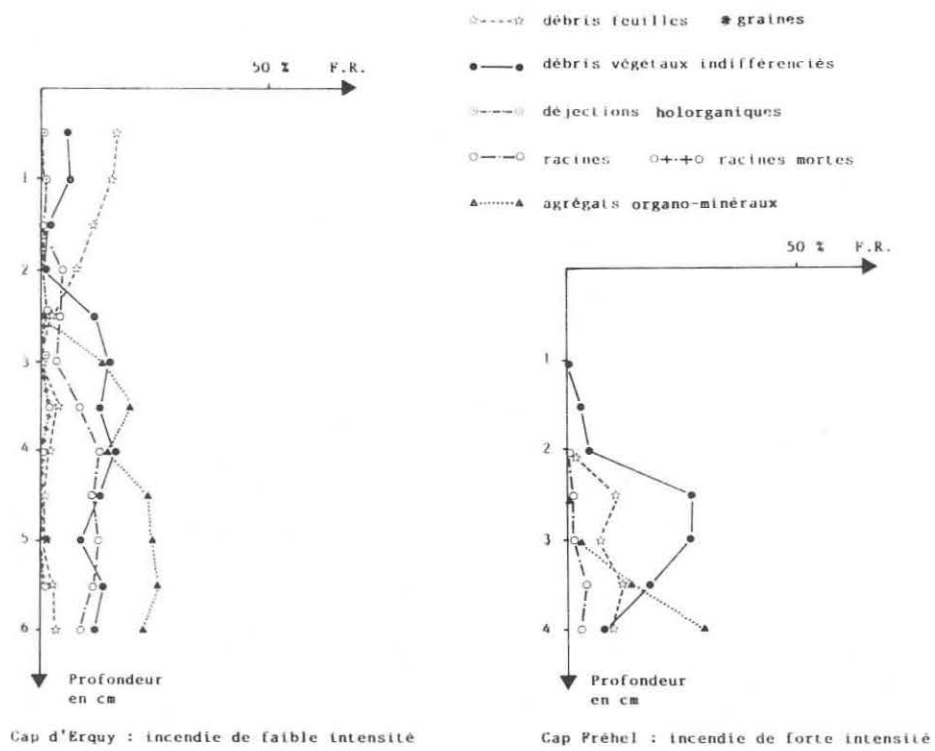

FIG. 4. — Importance relative des éléments organiques non calcinés dans deux humus de landes hautes incendiées.

fécales, mais il peut être difficile de se prononcer sur la nature précise de certainsélé-ments altérés. Le choix d'une limite de taille pour les pores (macroporosité) à 0,1 mm, correspond à un repérage facile de cette dimension et de plus, elle a déjà été utilisée par certains auteurs (SKVORTSOVA *et al.*, 1987).

L'exemple présenté permet d'apprécier l'importance relative des différents éléments, en fonction de la profondeur. Cette méthode pourra également être utilisée pour suivre l'évolution du sol durant les années suivant l'incendie. En effet, les litières jouent un rôle important sur la formation du profil organique des sols. Leur disparition crée une rupture dans le fonctionnement du sol plus marquée pour la lande haute du Cap Fréhel que pour celle du Cap d'Erquy. Des travaux en cours sur la recolonisation par la végétation montrent que les conséquences des modifications du sol sont multiples à long terme au Cap Fréhel.

La litière de la lande haute du Cap d'Erquy n'a été qu'incomplètement détruite. De nombreux éléments ne sont que partiellement calcinés et encore bien reconnaissables. Il est possible de parler, pour ce feu de printemps, d'incendie léger (FORGEARD, 1987). Seule la végétation a été complètement détruite. La litière est restée en place.

Dans la station du Cap Fréhel l'absence d'éléments non calcinés en surface témoigne d'une intensité de l'incendie bien plus forte. Les déjections sous forme de

boulettes fécales sont complètement noircies. Le feu a détruit la plus grande part de l'humus, il s'agit d'un feu intense ou feu d'humus (FORGEARD, 1987). Le repérage de la profondeur du sol et de l'humus se faisant à partir de la surface après l'incendie, nous estimons que la surface actuelle au Cap Fréhel correspond à une profondeur de 2 cm, à la même date au Cap d'Erquy; c'est pourquoi il apparaît un décalage sur les figures 2, 3 et 4.

Lors de l'incendie du Cap Fréhel une part importante de la matière organique a été réduite à l'état de cendres. Celles-ci ont pu s'envoler mais une fraction de ces cendres est responsable du colmatage qui apparaît à la surface de l'horizon A1. Ce phénomène risque de modifier le fonctionnement du sol et son évolution, d'autant plus que la végétation reprend à partir de graines et que de nombreuses plantules ne tolèrent pas ces conditions. Comparativement, au Cap d'Erquy la structure de l'humus reste identique et les plantes repartent par rejet de souches.

IV. – CONCLUSION

Par une méthode d'étude de lames minces par points, nous avons mis en évidence deux types d'effets du feu sur les humus de landes hautes.

— Au Cap Fréhel, le feu a provoqué des perturbations profondes de l'humus qui risquent d'avoir des conséquences multiples sur le fonctionnement de la lande.

— Au Cap d'Erquy, le feu n'a pas altéré la structure de l'humus. Le même type de lande devrait se réinstaller rapidement.

RÉSUMÉ

Afin d'interpréter des lames minces nous utilisons une méthode qui permet une évaluation de la fréquence relative des différents composants (matière organique et éléments vivants, minéraux et porosité). Deux stations de lande haute similaires, dont la végétation a été détruite par des incendies d'intensité différente, sont comparées. Il apparaît que les incendies violents d'automne (station de Fréhel) détruisent la plus grande part de la matière organique de l'humus et la porosité du sol est modifiée. Les incendies légers du printemps (station d'Erquy) ne modifient pas la structure de l'humus.

SUMMARY

Point-to-point counting method for thin sections interpretation: comparison between two heathland humus after burning

Thin sections were studied with a point-to-point counting method. Organic and mineral components and porosity were characterized, according to their optical properties, and compared each other in their relative frequency. Two burnt high heathland stations were compared in order to determine the influence of fire intensity or humus damages. These investigations showed that the Cap Frehel site humus which was intensively burnt in autumn, has been largely affected by fire; all organic matter was burnt in surface and changes in porosity were observed. In Cap d'Erquy site, the spring fire did not affect the humus fabric.

Bibliographie

Callot (G.) & Jaillard (B.), 1987. — Apports de la loupe binoculaire à l'étude des interfaces sol/racine et sol/champignon. *In: Micromorphologie des sols*, Fedoroff (N.) éd., *et al.*, *A.F.E.S.*: 73-78.

Cluzeau (D.) & Trehen (P.), 1987. — Approche descriptive du système lande en Bretagne centrale dans les interrelations sol-végétation-faune édaphique après apports massifs de déchets ménagers broyés. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **24**: 649-664.

Daget (Ph.) & Poissonet (J.), 1971. — Principes d'une technique d'analyse quantitative de la végétation des formations herbacées. *Doc. C.E.P.E. C.N.R.S., Montpellier*, **56**: 85-100.

Esteoule-Choux (J.), Esteoule (J.), Guyader (J.) & Jigorel (A.), 1980. — Étude des sols de la lande du Cap Fréhel. *Bull. Ecol.*, **11**: 169-195.

Forgeard (F.), 1987. — *Les incendies dans les landes bretonnes. Caractéristiques et conséquences sur la végétation et le sol.* Thèse État Rennes, 357 p.

Gloaguen (J.C.), 1984. — *Contribution à l'étude phytoécologique des landes bretonnes.* ThèseÉtat Rennes, 307 p.

Lousteau (D.) & Toutain (F.), 1987. — Micromorphologie et fonctionnement de quelques humus des formes hydromull et anmoor de l'Est de la France. *In: Micromorphologie des sols*, Fedoroff (N.) *et al.*, éd., *A.F.E.S.*: 385-389.

Ringrose-Voase (A.J.) & Bullock (F.), 1984. — The automatic ricognition and measurement of soil pore type by image analysis and computer programs. *J. Soil Sci.*, **35**: 673-684.

Rozé (F.), 1986. — *Le cycle de l'azote dans les landes bretonnes.* Thèse État Rennes, 292 p.

Rozé (F.) & Monfort (C.), 1981. — Bilan écologique du Cap d'Erquy. *Doc. labo. écol. vég. D.D.E. des Côtes-du-Nord*, 81 p.

Skvortsova (Y.), Baranova (O.) & Numerov (G.), 1987. — Changes in the microstructure of soils during overgrowth of forests on Plowland. *Forest soil science*, translated from *Pochvovedeniye*, **9**: 101-109.